



TITLE:

研究会報告 生物システムにおける 機能の自己組織過程と自己崩壊過 程

AUTHOR(S):

CITATION:

研究会報告 生物システムにおける機能の自己組織過程と自己崩壊過程
. 物性研究 1993, 60(1): 20-24

ISSUE DATE:

1993-04-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/95096>

RIGHT:

研究会報告

「生物システムにおける機能の自己組織過程と自己崩壊過程」

(1993年3月2日受理)

日時：1992年11月18日-20日

場所：京都大学基礎物理学研究所

村瀬 雅俊

京都大学基礎物理学研究所

昨年11月に3日間にわたり、京都大学基礎物理学研究所で、上記テーマの研究会を開催した。研究会では、7名の講師がそれぞれ2時間の持ち時間を尽くして講演を行なった。その講義内容は、学生アルバイトによってノートにまとめられた（各学生アルバイトの氏名・分担・所属はプログラムを参照）。出来上がったノートを、それぞれの講師が目を通し、講師自らの手による改定（川那部先生、高畑先生）、加筆・修正（郷先生、田矢先生）、あるいは無修正という手続きを経て、ここに研究会報告としてまとまった。

以下、本研究報告はプログラム・主旨・各講演に対する私のコメント・講義ノートの順に構成されている。

プログラム

11月18日(水)

1:30-1:40

はじめに

村瀬 雅俊（京都大学基礎物理学研究所）

1:40-3:40

座長 巖佐 庸（九州大学理学部数理生物）

生命ネットワークの発展と崩壊

川那部 浩哉（京都大学理学部動物）

ノート担当：茶碗谷 毅（京都大学理学部）

3:40-4:10

休憩

4:10-6:10

座長 村田 勉（金沢工業大学電子工学）

タンパク質のモジュール構造と分子進化

郷 通子（名古屋大学理学部生物）

ノート担当：樺島 祥介（京都大学理学部）

11月19日(木)

9:30-11:30

座長 津田 一郎 (九州工業大学情報工学)

偶然性の精神病理

木村 敏 (京都大学医学部)

ノート担当: 高見 利也 (京都大学理学部)

11:30-1:00

昼食

1:00-3:00

座長 武田 裕彦 (京都大学理学部生物物理)

がん化シグナルの最終ターゲット: 細胞周期、DNA複製、
分化とがん遺伝子の接点

田矢 洋一 (国立がんセンター研究所)

ノート担当: 二河 成男 (京都大学理学部)

3:00-3:30

休憩

3:30-5:30

座長 池上 高志 (神戸大学理学部自然)

スーパーシステムとしての免疫

多田 富雄 (東京大学医学部)

ノート担当: 橋本 敬・吉川 恵健 (神戸大学理学部)

5:30-7:00

懇親会

7:00-9:00

インフォーマルナイトセッション

「自己組織化現象の本質に迫る」

座長 巖佐 庸 (九州大学理学部数理生物)

村瀬 雅俊 (京都大学基礎物理学研究所)

パネラー 上田 哲男 (名古屋大学人間情報)

林 初男 (九州工業大学情報工学)

羽生 義郎 (電子技術総合研究所)

矢野 雅文 (東北大学電気通信研究所)

11月20日(金)

9:30-11:30

座長 今野 紀雄 (室蘭工業大学教養)

主要組織適合性抗原 (Mhc) と人類の進化

高畑 尚之 (国立遺伝学研究所)

ノート担当: 石尾 広武 (京都大学理学部)

11:30-1:00

昼食

1:00-3:00

座長 三宅 美博 (金沢工業大学情報工学)

細胞内共生— その論理と実態

石川 統 (東京大学理学部動物)

ノート担当: 中川 尚子 (京都大学理学部)

主旨

生物と無生物の違いは何か？生命の本質は何か？この古くて新しい問題を、私達は長い間問い続けてきた。現在までこの問題の解決を困難にしてきた理由として、次の2点があげられる。

第一点は、生物システムにおける空間的階層性である。まず、視点をミクロな世界に移してみよう。全体としてみると生きている状態であっても、それを構成している要素は物質（無生物）であるということが明らかになってくる。つまり、あるレベルから無生物になってしまうのである。これを逆思考すると、多くの分子が複合体を形成し生きている状態を構築する過程が浮かび上がる。すなわち生命の起源の問題に行きつくのである。これ自体、非常に深遠な問題である。というのは、最初に誕生したのは、情報能を持った核酸なのか触媒能を持ったタンパク質なのか、いわゆる「タマゴが先かニワトリが先か」的な論争に発展するからである。これとは逆に、視点をマクロな世界に移していくと生物種間の複雑な相互作用が浮き彫りになってくる。本来、競合的であった2種間の相互作用が、第三者の介在によって協力的に変化する。つまり、「間接効果」によって、現象の捉え方が非常に難しくなっている。

第二点は、生物システムには大まかにいって4つの異なる時間スケールの現象が同時に進行しているということである（これは、上記の空間的階層構造に対し、生物システムの過程の階層性として捉えられる）。まず、比較的短い時間スケールでは、例えば、神経系や免疫系による多様な外界の認識と記憶、行動の発現と制御、意識・知覚・学習と多岐にわたる。少し長い時間スケールでは、1つの受精卵の分裂からはじまり分化・成長・老化・死にいたる個体の生涯にわたる発生過程がある。さらに長い時間スケールでは、幾代かに伝えられていく遺伝過程がある。最後に、何百世代において遺伝過程を経て見られる進化過程がある。ここに述べた異なる時間スケールの生命現象そのものが大きな問題である、と同時にさらにいくつもの未解決問題を含んでいる。例えば、発生過程におけるがん化、老化、死の問題や進化過程における、分子進化と表現型進化の問題など枚挙にいとまがない。

しかし、このような未解決問題に対し、解決の糸口も少しずつ見えてきた。例えば、生命の起源の問題は、触媒能と情報能を兼ね備えたRNAが発見されて新たな展開が見られている。発生の問題では、体節を持つ動物に共通なホメオボックスと呼ばれる遺伝子が発見され、その進化的背景も注目されてきている。また、正常な発生に必要な遺伝子の異常ががん化につながるということが明らかになってきた。神経系・免疫系による多様な外界の認識の問題では、その認識機構が、任意の変異と選択の原理で行なわれていることが明らかになってきた。さらに、この原理は、個体発生にも働いている可能性が指摘されている。もとより、この変異と選択の原理は生物進化の根本原理であり、ひろく生物システムの原理の理解につながると思われる点が魅力的である。

このように、生物システムの研究は、実験技術の進歩に負うばかりでなく、新しい見方にたって現象をありのまま受け入れることによって、古くからある問題が新しい光のもとに照らされ、解決の糸口が現われることが多分にある。そこで本研究会では、上に述べた様々な生命現象を、機能の自己組織過程と自己崩壊過程という切り口で捉えなおすことを試みる。これまで、物理システムや化学システムで展開されてきた構造や秩序の自己組織現象の研究では、システムの構成要素が均一であったり、境界条件が固定されているといった特殊な場合についてのみに行なわれてきた。さらに、構造や秩序の形成過程のみがクローズアップされる傾向があった。これに対し、生物システムを考える場合、先に指摘したような多様な階層性を持つために、構成要素は不均一であり、さらに境界条件が変動するばかりでなく、境界そのものの定義が問題になってくる。また、ある時間スケールでは機能の自己組織過程が見られても、別の時間スケールでは自己崩壊につながることも予想される。もしそうであれば、自己崩壊過程の法則性もとらえられるのではないか。このような観点から、表記の研究会を提案したい。

特に、本研究会では、生命現象から新たな問題点を掘り起こすような研究報告や、既成概念にとらわれずに大胆な考えを展開する研究報告の場を提供するとともに、議論を通して少しでも新しい着想が生まれることを期待したい。

各講演に対する私見（数理生物学懇談会ニュースレターに掲載）

この研究会から得た私の印象を各講演ごとに、以下に一言ずつ述べて見たいと思う。川那部先生は、生物種間の多様なネットワークについて話された。そのなかで、通常は、一方的な献身行為しかみられないが一度だけ恩返し行為が2つの生物種間の関係に見られた点を強調され、一生に一度ないしは数世代に一度の行為の潜在的重要性を指摘された。こういうことは科学ではないといいながら、邦楽における一瞬はりつめる緊張の瞬間と、このたまにしか見られない生物の行為とのアナロジーを指摘された。私としては、この指摘を謙虚に受けとめたいと考えている。

郷先生は、タンパク質のモジュール構造の生物種間の比較をもとに、分子進化について議論された。進化的視点から見ると、それまでに出来上がった構造や機能が柔軟性を制限することになり、変化が「場当たりの」にならざるを得ない。そのため、現在あるタンパク質の構造や機能が、もしかしたら多様な可能性の1つにすぎないかもしれない。つまり、同様なタンパク質の構造や機能が全く異なる人工物に取って換わる可能性がある。その意味で、タンパク工学を進化の視点で検討することの意義にも触れられた。少し話は飛躍するが、異なる言語によって同様の内容を表現できることを考えると、このタンパク工学における進化的視点は、大変面白く思われる。

木村先生は、哲学的思索と具体的な精神病の症状を交えながら講演された。モノのコト化とコトのモノ化の問題については、言うまでもなく講演後盛んに議論された。私には、

ラマルクの唱えた獲得形質の遺伝の可能性の再考を訴えられた点は新鮮な驚きとともに、心に残っている。

田矢先生は、がん化シグナルの最終ターゲットに関して講演された。私に関心をもったのは、限られた生物種にのみがん化が見られる点である。それによると、がん化は脊椎動物や一部の高等植物に見られると言うことであった。単純な生物にはがんが起こらず、生物が複雑化したためにがん化といった重荷を背負うことになったわけである。つまり、細胞の不死化をとおして複雑なシステムが示すカタストロフ的自己崩壊過程としてがんを捉えた場合、複雑化を推進し維持してきた機構にこそ、実はがん化を招く要因が隠されている、といった見方ができるように思われる。

多田先生や高畑先生の免疫に関する講演からは、免疫は初めから複雑なシステムとして進化してきたのではなく、パラサイトとの競合の結果等を経て、現在のような複雑なシステムになったのではないかと、といった疑問をもった。免疫系と脳神経系との類似性はよく議論されるのであるが、それはあくまでも出来上がったシステムの比較に於てであり、進化の尺度を通して見た場合、脳神経系の研究ほど免疫系の研究において発展過程は注目されていないような印象をもった。

石川先生の共生に関する講演では、共生状態がストレスであるといった内容に興味をもった。共生状態にさらに高温といった別のストレス要因を加えると、共生状態を解消するという点は、生物の融通性を見せつけられる思いがする。